

新疆准噶尔盆地东缘猎隼的繁殖生态

吴逸群¹, 马鸣², 刘迺发^{1,*}, 徐峰^{2,3}, 田磊磊², 梅宇²(1. 兰州大学 生命科学学院, 甘肃 兰州 730000; 2. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆 乌鲁木齐 830011;
3. 中国科学院北京动物研究所 动物生态与保护生物学重点实验室, 北京 100080)

摘要: 猎隼 (*Falco cherrug*) 主要繁殖于我国西部省区, 为国家 II 级重点保护动物。2005 年在新疆准噶尔盆地东缘采用野外调查方法研究了其繁殖生态。猎隼繁殖期为 4—7 月; 窝卵数平均为 (4.0 ± 0.63) (3—5) 枚; 卵长径为 (55.40 ± 3.06) mm, 卵短径为 (41.11 ± 1.70) mm; 猎隼的孵化率、雏鸟成活率和繁殖力分别为 70.8%、64.7% 和 1.8; 巢成功率为 83.3%。雏鸟体重、跗蹠长的生长符合逻辑斯谛曲线增长。食物的可利用性是限制新疆猎隼窝卵数和生殖力的主导因素。要有效保护猎隼首先应保护栖息环境和猎物的多样性及丰富度。

关键词: 猎隼; 繁殖生态; 巢址选择; 繁殖力

中图分类号: Q958.1; Q959.7+24

文章标识码: A

文章编号: 0254–5853 (2007) 04–0362–05

Breeding Ecology of the Saker Falcon at the Eastern Fringe of Junggar Basin, Xinjiang

WU Yi-qun¹, MA Ming², LIU Nai-fa^{1,*}, XU Feng³, TIAN Lei-lei², MEI Yu²

(1. School of Life Science, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China;

2. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, the Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China;

3. Institute of Zoology, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

Abstract: The Saker Falcon (*Falco cherrug*) is listed as a second class state protected wild animal, mainly distributed in the western provinces of China. From March to July in 2005, the breeding ecology of the Saker Falcon was investigated at the eastern fringe of Junggar Basin, Xinjiang. The results showed that the breeding season of the Saker Falcon was from April to July. The clutch size varied from three to five and the average size was 4.0 ± 0.63 . The average length of the eggs were 55.40 ± 3.06 mm and the breadth, 41.11 ± 1.70 mm. The hatchability, survival rate and fecundity of the Saker Falcon were 70.8%, 64.7% and 1.8 respectively. The nest success rate was 83.3%. Their growth changes in body weight and tarsus length, followed a logistic growth curve. In Xinjiang, food is the key factor on clutch size and fecundity for the Saker Falcon. To better protect this Falcon, their habitat should be further protected to maintain a higher prey diversity and abundance, which is essential for the Saker's conservation.

Key words: Saker Falcon; Breeding ecology; Nest selection; Fecundity

猎隼 (*Falco cherrug*), 俗名鹞子、兔虎、鸽鹞等, 是一种中型猛禽。在我国古代和中东地区阿拉伯国家素有鹰猎的传统, 且已成为一种文化, 其历史源远流长 (Samour, 1996; Wan, 2001)。由于受到中东国家对猎隼等隼类市场需求的影响, 猎隼的偷捕与走私活动已经威胁到其种群生存。猎隼已被

列为国家 II 级重点保护动物和《CITES》附录 II 保护物种。

猎隼繁殖于新疆、西藏、青海、甘肃、四川、内蒙古等地 (Ye et al, 2001; Gao, 2002; Zheng, 2005)。猎隼的亚种分类见 Su & Lu (2001)。在我国分布的只有 1 个亚种, 即北方亚种 (*Falco*

* 收稿日期: 2007–03–07; 接受日期: 2007–06–12

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30470262) 和英国卡马森隼类研究所资助 (20044037)

* 通讯作者 (Corresponding author), 兰州大学博士生导师, 从事鸟类学、分子生态学研究。E-mail: naifaliu@sohu.com

第一作者简介: 吴逸群, 男, 博士研究生; 研究方向为动物生态学。E-mail: wuyq-05@163.com

cherrug milvipes)。随着猎隼偷捕、走私现象的加剧, 猎隼资源的保护与管理已经引起了学者的注意 (Wan, 2001; Ye & Ma, 2002; Ye & Fox, 2003; Ma, 1999, 2004)。除猎隼非法走私外, 猎隼自身繁殖力低下以及营巢地的环境不佳是造成种群下降的重要因素。激烈的食物竞争严重制约雏鸟成活率, 导致繁殖力低下。国内有关猎隼的繁殖生物学资料有限 (Su et al, 1999; Su & Lu, 2001; Ma et al, 2005, 2006)。本文对新疆准噶尔盆地东部地区猎隼北方亚种 (*Falco cherrug milvipes*) 的繁殖生物学进行研究, 同时对影响猎隼繁殖力的因素进行探讨, 拟为猎隼的保护与管理提供科学依据。

1 研究地区和方法

调查地点主要是在新疆准噶尔盆地东部。调查区域 (44°43'—45°13' N, 89°33'—90°52' E) 面积约 6 000 km²。隶属于奇台县、木垒哈萨克自治县、巴里坤哈萨克自治县。区域内地势起伏变化, 地貌以沙地、砂砾地为主。土壤以灰棕漠土为主。

发现的猎隼巢用 GPS 定位。巢的大小、高度用卷尺测量, 对山体倾斜度进行估计。记录窝卵数、窝雏数及发育状况等。生殖力用 (平均卵数/窝) × 孵化率 × 成活率 × (窝数/年) 计算。

猎隼雏鸟生长发育阶段的划分借鉴阿联酋阿布扎比的环境研究与野生动物发展部 (ERWDA) 和国家鸟类研究中心 (NARC/FRI) 编写的《Handbook of Falcon Protocols》。根据猎隼羽毛 (绒羽、覆羽、飞羽) 出现在的身体部位、先后发育顺序及颜色变化、体型大小、器官的发育状况等特征把育雏期分为 14 个生长阶段, 即 T₁—T₁₄ 阶段。每一阶段大体相当于 3 个日龄。其中 T₁—T₅ 为育雏早期, T₆—T₁₀ 为育雏中期, T₁₁—T₁₄ 为育雏后期。

卵体积用 $ES = 0.512 L \times D^2$ (Stonehouse, 1966)

计算, L 为长径 (mm), D 为短径 (mm)。利用逻辑斯蒂曲线对猎隼雏鸟体重和跗蹠长度的变化进行拟合。运用独立样本 T 检验来检测巢址选择和繁殖参数在不同地区的差异显著性, 数据用 SPSS13.0 软件进行统计分析。

2 结果

2.1 巢址

4—7 月为猎隼繁殖期, 共发现 6 个巢。确认 3 个巢址曾为棕尾鵟所利用; 一巢曾为金雕利用; 一巢曾为石鸡占用。一巢不能判断先前利用的物种。

根据测量, 巢外径 56—150 cm, 平均 (94.8 ± 26.4) cm, 内径 23—50 cm, 平均 (31.8 ± 12.3) cm, 巢深 3.5—10 cm, 平均 (6.3 ± 2.9) cm, 巢高 6—26 m (表 1)。巢址均处距地面 10—30 m 的山丘上。巢址高度为 (15.8 ± 8.9) m。

2.2 卵和孵化

6 对猎隼在繁殖季节产卵 24 枚, 窝卵数平均为 4.0 ± 0.63 (3—5) 枚。卵长径 (55.40 ± 3.06) mm, 短径 (41.11 ± 1.70) mm, $n = 12$; 卵体积 47.94 cm³。产完第一枚卵后就开始孵化, 雌雄共同孵卵。雄鸟为孵卵雌鸟提供食物, 雄鸟在雌鸟离巢时替换雌鸟孵卵。

2.3 繁殖力

6 巢 24 枚卵, 17 枚成功孵化, 孵化率 70.8%。11 只雏鸟成功出飞, 巢雏成活率 64.7%。平均每巢孵出 2.8 只雏鸟。其中一巢 4 枚卵孵化失败, 巢成功率 83.3%。繁殖力为 1.83 (表 2)。

2.4 育雏

育雏期观察到雏鸟进食 39 次。成鸟喂食 21 次, 投食 18 次, 育雏后期投食为主, 12 次, 占 66.67%, 育雏前期只喂食, 不投食。其中雄鸟喂食 10 次, 投食 14 次, 雌鸟喂食 10 次, 投食 2 次 (表 3)。

表 1 猎隼巢址特征

Tab. 1 The nest characteristics of the Saker Falcon

巢号 Nest code	外径 (cm) External dimension	内径 (cm) Internal dimension	巢深 (cm) Nest depth	巢位 Location in mount.	倾斜度 Gradient	山高度 (m) Hill height	巢址高度 (m) Height of nest site
Z-01	85 × 56	23	3.5	NNE	80°	30	23
Z-02	94 × 86	28	4.5	N	60°	24	6
Z-03	81 × 81	26	7	EES	90°	24	12
Z-04	150 × 110	—	—	NNW	70°	34	26
Z-05	—	—	—	NNW	40°	26	22
Z-06	110	50	10	NE	70°	9	6

表2 新疆准噶尔盆地东缘猎隼的窝卵数、窝雏数、出巢数

Tab. 2 The clutch size, brood size and fledging size of the Saker Falcon at the eastern fringe of Junggar Basin, Xinjiang

巢号 Nest code	窝卵数 Clutch size	窝雏数 Brood size	出巢数 Fledging size	巢址特征 Nest site	栖息地特征 Habitat characteristics
Z-01	4	4	2	黏土丘	荒漠戈壁
Z-02	4	2	1	裸露岩石	荒漠戈壁
Z-03	3	3	2	峭壁	荒漠戈壁
Z-04	5	4	3	峭壁	荒漠戈壁
Z-05	4	0	0	裸露岩石	荒漠戈壁
Z-06	4	4	3	峭壁	北塔山山区
Mean ± SD	4.0 ± 0.63	2.8 ± 1.60	1.8 ± 1.17		

表3 育雏期猎隼进食状况

Tab. 3 The nestling feeding by adult Saker during the brooding season

阶段 Phase	喂雏时间 (h) Feeding time	观察时间 (h) Observation time	百分比 (%) Percentage	喂食 Feeding			投食 Feeding by throwing		
				♂	♀	不明 Unknown	♂	♀	不明 Unknown
育雏前期 Early phase	2.53	30	8.4	2	7	1			
育雏中期 Middle phase	3.25	52	6.3	5	3		2	2	2
育雏后期 Late phase	2.58	42	6.1	3	0	0	12	0	0
总计 Total	8.36	124	6.7			21			18

2.5 雏鸟发育

雏鸟跗蹠长度变化符合逻辑斯谛曲线, 方程为

$$L = \frac{60}{1 + e^{1.3625 - 0.3043t}}, \quad (F = 302.63, P < 0.01, df = 44, R^2 = 0.873)$$

。拐点在 $T_4 - T_5$ (图1)。

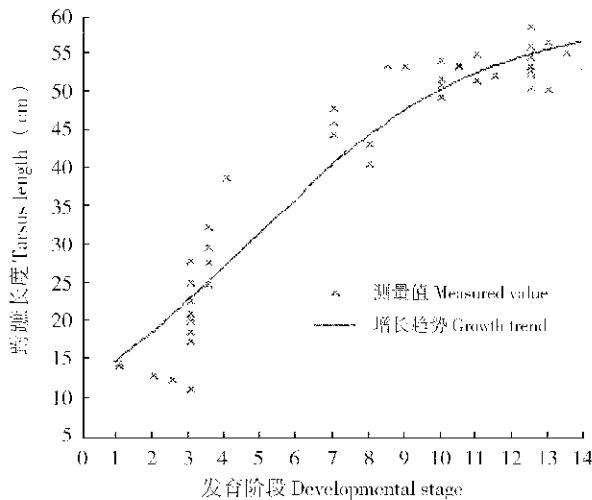


图1 雏鸟跗蹠长度增长变化

Fig. 1 The change in tarsus growth of nestling

体重连续测量值符合逻辑斯谛增长, $W =$

$$\frac{1250}{1 + e^{3.1558 - 0.3052t}}, \quad (F = 97.02, P < 0.001, df = 44, R^2 = 0.688)$$

。拐点在 $T_{10} - T_{11}$ 阶段, 即 32 日龄左右 (图2)。

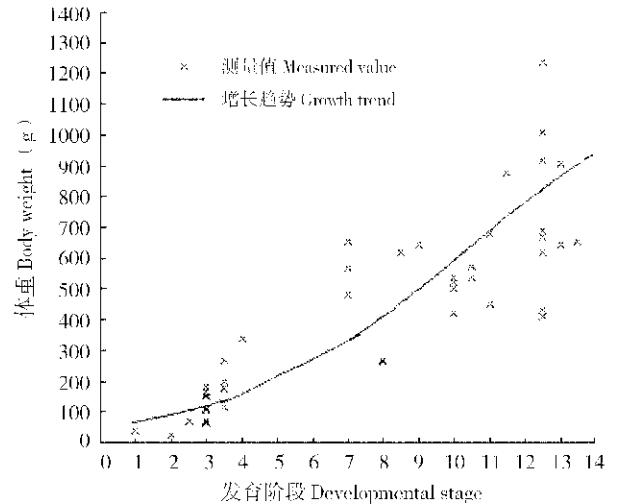


图2 雏鸟体重增长变化

Fig. 2 The change in weight growth of nestling

3 讨论

3.1 巢址选择

在繁殖期猎隼喜好利用其他鸟类尤其是猛禽所遗留下的巢址做巢。在青海、西藏地区猎隼占用棕尾鵟 (*Buteo rufinus*)、金雕 (*Aquila chrysaetos*)、

渡鸦 (*Corvus corax*)、大鵟 (*Buteo hemilasius*)、白肩雕 (*Aquila heliaca*) 等的巢址 (Ma et al, 2005)。在山西猎隼利用红隼巢 (Su et al, 1999)。而在本研究中, 猎隼更多选择棕尾鵟的巢址, 占 50.0%。对本地区巢址高度与青海 (海里、可可西里、玉树、果洛)、西藏 (唐古拉山、那曲、拉萨)、新疆

表 4 新疆、青海、西藏地区猎隼巢位的比较

Tab. 4 Comparison of the nest location for the Saker Falcon in Xinjiang, Qinghai and Tibet

	E	ES	S	SW	W	WN	N	NE	合计
新疆 Xinjiang	0	1	0	0	0	2	1	2	6
青海、西藏 Qinghai, Tibet ^a	7	3	1	2	2	0	3	1	19

^a Ma et al, 2005.

(昆仑山、阿尔金山)的 23 个猎隼巢址的高度 [平均 $(16.1 \pm 10.8) \text{ m}$] 比较 (Ma et al, 2005), 独立样本 t 检验显示巢址高度无明显差异 ($t = 0.053$, $df = 27$, $P = 0.958 > 0.05$)。结果表明猎隼在不同地区下巢址高度选择趋于一致。巢址方位选择对猎隼繁殖力也有重要影响。在本研究地区巢址一般位于山体的阴面, 占 83.3%。而在青海、西藏地区猎隼的巢址常选择在山体阳面 (E、ES、S、SW 占 68%, $n = 19$) (Ma et al, 2005)。不同地区巢址方位选择的差异可能与不同地区温度差异有关, 青藏高原终年低温, 巢址处于山体阳面有利于增加太阳辐射保持巢和雏鸟的温度。新疆北部的准噶尔盆地东缘夏季气候炎热, 巢址处于山体阴面有利于遮阳。维持合适的环境温度能增加雏鸟的成活率。

3.2 繁殖参数

本地区猎隼的卵体积 (ES) 为 47.94 cm^3 , 比山西地区猎隼的卵略小 ($ES = 50.12 \text{ cm}^3$, $n = 7$)。两地区窝卵数无显著差异 ($t = 1.000$, $df = 10$, $P = 0.341 > 0.05$)。地理纬度上, 新疆比山西的纬度高。按照 Lack (1947) 的观点: 高纬度地区亲鸟有较长时间寻找食物, 养育更多后代, 窝卵数更多, 新疆地区猎隼的窝卵数应该比山西猎隼的窝卵数多。但实际上两地的窝卵数无显著差异。我们认为这是受食物的限制造成的。本地区属于荒漠地带, 猎物可利用性较山西低 (Su et al, 1999)。猎物缺乏会影响新疆猎隼的窝卵数。青海、西藏与山西的猎隼窝卵数差异极显著 ($t = -2.220$, $df = 18$, $P = 0.039 < 0.05$)。青海、西藏地区猎隼的窝卵数明显少于山西地区的窝卵数, 主要是受两地区海拔高度差异的影响 (表 5)。高海拔地区的鸟类倾向于

产小窝大卵, 而增加给每一个卵的投入以提高雏鸟成活率 (Badyaev, 1993, 1997)。雏鸟出巢数经独立样本 t 检验表明, 新疆与山西地区猎隼出巢数具有显著差异 ($t = -2.577$, $df = 10$, $P = 0.028 < 0.05$)。导致这种差异的主要原因是研究地区荒漠环境恶劣、食物可利用性低等因素。这些因素对雏鸟存活有较大影响。

3.3 雏鸟发育

跗蹠长度的增长变化显示在 T_5 之前 (15 日龄之前) 跗蹠发育速度一直较快, T_{10} 之后 (30 日龄后) 发育速度逐渐放缓, 在离巢前跗蹠停止发育。猎隼雏鸟体重增长变化显示在早期体重增长缓慢, 到后期体重增长速度加快, 甚至在离巢前体重都未停止生长。可能由于雏鸟离巢前作者难以靠近, 后期体重数据多采集 T_{11} — T_{13} 阶段 (33—40 日龄), 而对 T_{14} 阶段 (42 日龄左右) 采集的数据不够充分。在后期育雏阶段所测量的体重数据差异很大, 其可能原因一是由于此阶段雏鸟食量很大, 在饱食和空腹的状态下的测量结果会有一定差异; 二是先孵出的雏鸟在食物竞争中获得优势, 而后孵出的雏鸟在竞争中处于不利地位, 常处于挨饿状态, 体重增长缓慢。

3.4 保护与管理

本文研究表明新疆猎隼繁殖力较山西的低, 依据 Lack (1947) 的理论, 这受亲代的育雏能力限制, 尤其是受捕食能力和食物资源可利用性的限制。新疆荒漠地区恶劣的气候和食物可利用性低下严重影响猎隼的繁殖力, 另外巢雏间激烈的食物竞争严重制约雏鸟成活率也导致繁殖力低下。因此, 在保护猎隼的同时应该更加注重保护其生存环境, 保护其猎物的多样性和丰富度。

表 5 猎隼繁殖参数的比较

Tab. 5 Comparison of the reproduction parameter for the Saker Falcon

地区 Region	巢数 Number	窝卵数 Clutch size	窝雏数 Brood size	出巢数 Fledging size	海拔 Altitude (m)
新疆 Xinjiang	6	4.0 ± 0.63	2.8 ± 1.60	1.8 ± 1.17	610—1530
山西 Shanxi ^a	6	4.33 ± 0.52	3.83	3.33 ± 0.82	1200—1500
青海、西藏 Qinghai, Tibet ^b	14	2.93 ± 1.50	—	—	4000—4700

^a Su et al, 1999; ^b Ma et al, 2005.

致谢: 英国的 Andrew Dixon、Nicholas C. Fox, 保加利亚的 Dimitar Ragyov、Ivaylo Angelov, 匈牙

利的 Istvan Balazs 是此项目的重要参与者, 在此表示感谢。

参考文献:

- Badyaev AV. 1993. Breeding biology of the Gold-fronted Serin (*Serinus pusillus*) in a subalpine zone of Pamir Mountains [J]. *Biological Sciences*, **348**: 89-99
- Badyaev AV. 1997. Avian life history variation along altitudinal gradients: An example with Cardueline finches [J]. *Oecologia*, **111**: 357-364.
- Gao W. 2002. Ecology of Falcon Order in China [M]. Beijing: Science Press. [高 玮. 2002. 中国隼形目鸟类生态学. 北京: 科学出版社.]
- Gombobaatar S, Sumiya D, Shagdarsuren O, Potapov E, Fox NC. 2001. Diet studies of Saker Falcon (*Falco cherrug*) in Mongolia [A]. In: Proceedings of the II International Conference on the Saker Falcon and Houbara Bustard, Mongolia, Ulaanbaatar, 1-4 July 2000 [C]. Ulaanbaatar, 116-127.
- Lack D. 1947. The significance of clutch-size [J]. *Ibis*, **89**: 302-352.
- Li SG, Liu HJ. 1999. The Investigation Record of Important Protect Species of Terrestrial Vertebrate Fauna in Shanxi Province [R]. Beijing: Forestry Publishing House, 121-124. [李世广, 刘焕金. 1999. 山西省重点保护陆栖脊椎动物调查报告. 北京: 中国林业出版社, 121-124.]
- Ma M. 1999. Saker smugglers target western China [J]. *Oriental Bird Club Bulletin*, **29**: 17.
- Ma M. 2004. Recent data on Saker smuggling in China [J]. *Falco*, **23**: 17-18.
- Ma M, Potapov E, Yin SJ, Dixon A, Xu F, Fox NC. 2005. The survive status and breeding ecology in Xinjiang, Qinghai and Tibet [A]. In: China Ornithological Society. Studies on Chinese ornithology [C]. Beijing: 307-313. [马 鸣, Eugene Potapov, 殷守敬, Andrew Dixon, 徐 峰, Nicholas C. Fox. 2005. 新疆、青海、西藏猎隼 (*Falco cherrug*) 生存状况与繁殖生态. 见: 中国动物学会鸟类学分会. 中国鸟类学研究, 北京: 307-313.]
- Ma M, Mei Y, Tian LL, Wu YQ, Chen Y, Xu F. 2006. The Saker Falcon in the desert of North Xinjiang, China [J]. *Raptors Conservation*, 58-64.
- Potapov E, Ma M. 2004. The highlander: The highest breeding Saker in the world [J]. *Falco*, **23**: 10-12.
- Samour J. 1996. Falconry throughout history in the Middle East [J]. *Falco*, **7**: 3-4
- Stonehouse B. 1966. Egg volume from linear dimensions [J]. *Emu*, **65**: 227-228.
- Su HL, Liu HJ, Lin YH. 1999. The study on breeding ecology of the Saker Falcon [A]. In: China Zoological Society. Proceedings of 65th Anniversary of Chinese Zoological Society [C]. Beijing: Chinese Forestry Publishing House, 531-537. [苏化龙, 刘焕金, 林英华. 1999. 猎隼繁殖生态的初步研究. 见: 中国动物学会 65 周年年会论文集. 北京: 中国林业出版社, 531-537.]
- Su HL, Lu J. 2001. Research and protection on Sanger, Altai Falcon and Gyrfalcon [J]. *Chinese Journal of Zoology*, **36** (6): 62-67. [苏化龙, 陆 军. 2001. 猎隼、阿尔泰隼和矛隼的研究与保护. 动物学杂志, **36** (6): 62-67.]
- Wan ZM. 2001. Conservation and management of Saker Falcon in China [A]. In: Proceedings of the II International Conference on the Saker Falcon and Houbara Bustard, Ulaanbaatar, 1-4 July 2000 [C]. 196-201.
- Ye XD, Fox NC. 2003. China 2002 [J]. *Falco*, **21**: 7-8.
- Ye XD, Ma M. 2002. China 2001 [J]. *Falco*, **19**: 5-6.
- Zheng GM. 2005. A Checklist on the Classification and Distribution of the Birds of China [M]. Beijing: Science Press. [郑光美. 2005. 中国鸟类分类与分布名录. 科学出版社.]